

### 3章 奄美群島周辺海域における軽石漂流シミュレーションモデルの構築

理工学域工学系 加古真一郎

#### 1. はじめに

2021年8月13日、小笠原諸島の最南端、福德岡ノ場海底火山の噴火に伴い放出された多量の軽石は、同年10月ごろには、沖縄や奄美群島の周辺海域に到達した。この軽石の漂着・漂流は、景観の汚染だけでなく、漁船のエンジントラブルや、養殖魚の大量死などを招き、それが多くのメディアによって報道された（例えば、<https://ryukyushimpo.jp/news/entry-1410315.html>）。このような被害を未然に防ぐことができなかつた要因の一つは、軽石漂着の可能性を予見できず、事前に対策を施せなかつたことにある。故に、今後の噴火に備え、軽石漂流シミュレーションモデルを構築し、その精度評価を行うことは非常に重要である。東シナ海から西部北太平洋における広範囲のシミュレーション結果は、海洋研究開発機構(JAMSTEC)によって既に公開されている（[https://www.jamstec.go.jp/j/jamstec\\_news/20211116/](https://www.jamstec.go.jp/j/jamstec_news/20211116/)）ことから、本研究では、奄美群島周辺海域に特化した、より空間解像度の高いモデルを構築することを目的とした。

#### 2. 使用モデル・データ

本研究では、Kako et al. (2014) と同様の粒子追跡モデルを用いて軽石漂流シミュレーションモデルの構築を行なった。モデル海域を図1に示す。このシミュレーションでは、表層に浮かぶ軽石の輸送過程を推定するため、Liu et al. (2017) によって開発された Data assimilation Research of the East Asian Marine System Energy (DR\_E) の表層流速場（主要8分潮含）と、気象庁によって公開されているメソ数値予報モデル Grid Point Value (MSM GPV) の海上風データを用いた

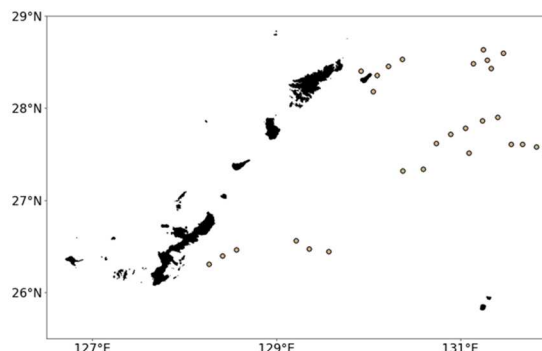


図1. モデル海域。軽石漂流シミュレーションの初期位置を丸点で示す。

(<http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/arch/jmadata/gpv-original.html>)。前者に関しては、鹿児島大学大学院理工学研究科海洋土木工学プログラムにて運用し、3日先までの海況予測を公開中である（[https://dre.oce.kagoshima-u.ac.jp/vwp\\_fore/](https://dre.oce.kagoshima-u.ac.jp/vwp_fore/)）。DR\_Eの空間解像度は緯度方向に1/60°、経度方向に1/75°、時間解像度は1時間である。すなわち、DR\_Eの空間解像度は約1.5kmであり、これはJAMSTECのものに比べて倍の解像度である。軽石漂流シミュレーションモデルの時空間解像度は、DR\_Eのそれに合わせて設計した。MSM GPVの空間解像度は約5km、時間間隔は3時間であるが、3次のスプライン補間により、DR\_Eと同様の時空間解像度に内挿した。

#### 3. 軽石漂流シミュレーションの実験設定

ある物体が漂流する際、海面から出ている部分は風に直接押され（風圧流の効果）、海面下にある部分は海表面の流れの影響を受ける。ゆえに、漂流シミュレーション成功の鍵は、流速や風速データの精度に加えて、対象物の海洋と大気中の投影面積（即ち、面積比）を知ることにある。しかしながら、今回対象とする軽石に関しては、この詳細な情報がない。そこで本研究では、風圧流の影響が全くない場合（海流のみで漂流）の漂流実験と、風圧流を風速の1%から4%まで1%ずつ増加させて見積もった実験の、計5ケースを行った。本実験における軽石の初期位置は、

宇宙航空研究開発機構（JAXA）の軽石解析レポート（<https://earth.jaxa.jp/karuishi/>）から得られた2021年10月14日の軽石漂流分布（図2）を用いて決定（図1）し、上記の条件でそれぞれ30日間の計算を行った。ただし、JAXAの軽石レポートから得られた結果は、現地観測に基づいたものではなく、衛星観測によるものなので、雲などの影響を受け、全ての軽石を観測しているわけではないことに注意されたい。

#### 4. 軽石漂流シミュレーションの結果

軽石漂流シミュレーションによって得られた2021年10月31日と11月7日の軽石の推定分布

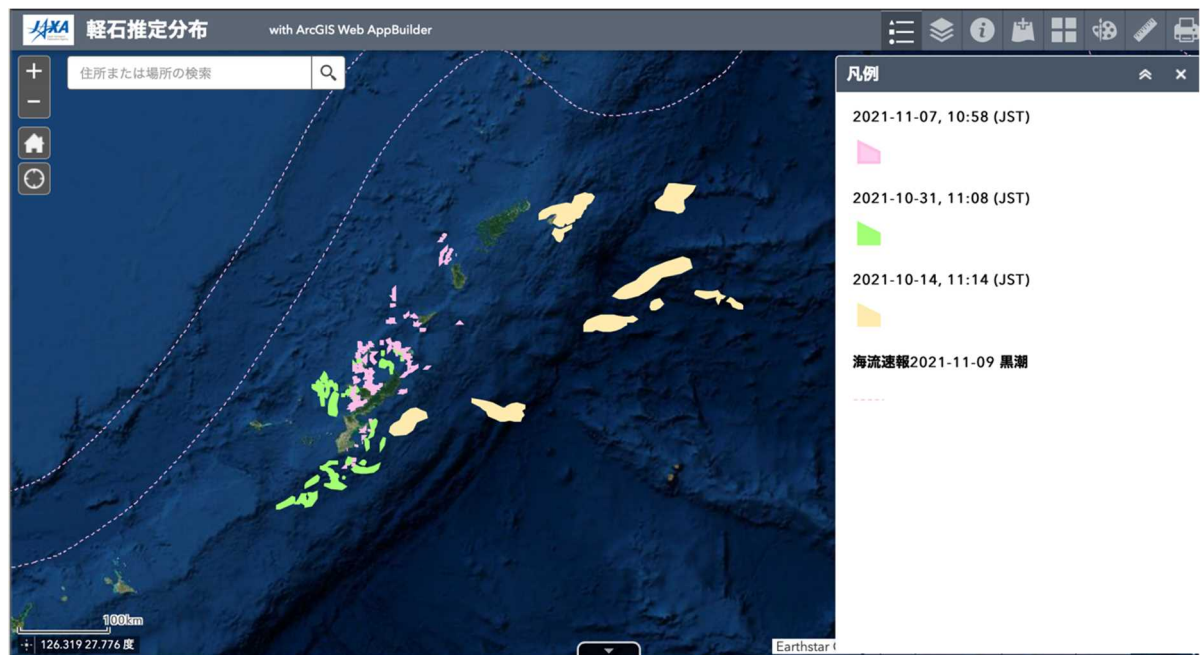


図2. JAXAの軽石解析レポート（<https://earth.jaxa.jp/karuishi/>）から得られた2021年10月14日、31日および11月7日の軽石の推定分布。

を図3に示す。図3aが示すように、軽石は10月31日の時点で、沖永良部島の南側や沖縄本島全域を囲むように分布している（図3a）。これらの一部はこの後、漂流する向きを北東方向に変え、11月7日には徳之島周辺に達する（図3b）。これら軽石の分布傾向は、JAXAの軽石解析レポートと（図2）と非常によく一致する。風圧流の影響を考慮しない、および風圧流を風速の1%とした実験においては、多くの軽石が東シナ海の陸棚側に分布するが、風圧流の効果が2%以上のシミュレーションでは、太平洋側に多くの軽石が分布する。この結果の妥当性を評価するための材料は存在しないが、漂流軽石の形状は様々で、その漂流経路を決定する上で、一律ではない風圧流の効果が重要であることは示唆される。

#### 5. まとめ

本研究では、粒子追跡モデルを海洋循環モデルから得られた海表面流速と、海上風の再解析データで駆動することにより、軽石の漂流シミュレーションを行った。シミュレーションから得られた軽石の分布は、JAXAの軽石解析レポートと良く一致した。本研究で使用したDR\_Eは、3日先までの海況予報を実施しているため、初期値となる観測データさえ手に入れば、軽石漂流の予報計算を実施できる体制にある。今後、より正確なシミュレーションを行うためには、本研究で考慮した海表面流速と海上風に加えて、波の効果（ストークスドリフト）や、軽石が漂流中に形

状を変える過程など、それぞれがどの程度、漂流経路の決定に寄与するかを検討する必要がある。これを実現するには、衛星による広域監視に加えて、現場観測や室内実験も重要となるであろう。

#### 参考文献

Kako, S., A. Isobe, and T. Kataoka, and H. Hinata (2014): A decadal prediction of plastic marine debris littered on beaches of the East Asian Marginal Seas. *Marine Pollution Bulletin*, 81, 174–184.

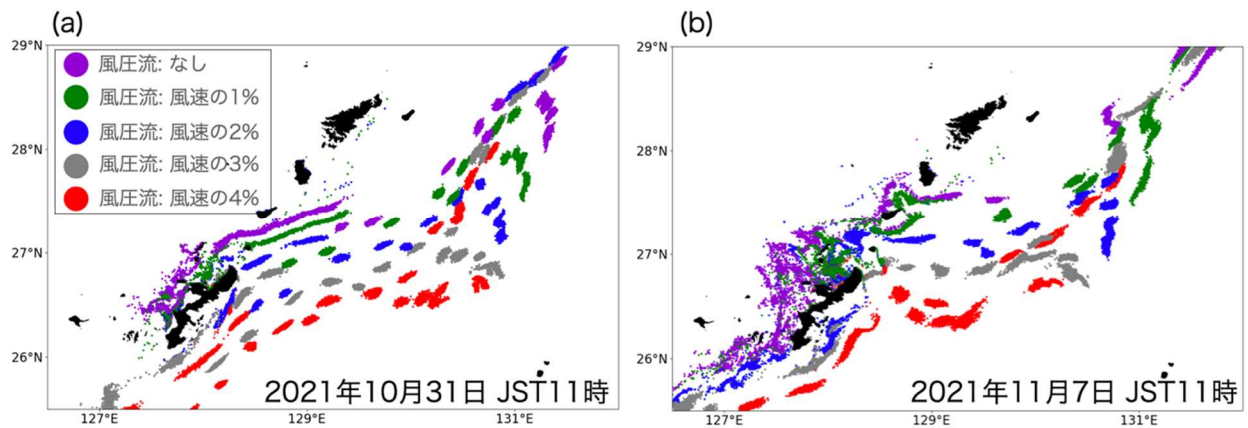


図 3. 軽石漂流シミュレーションから得られた 2021 年(a)10 月 31 日 11 時(JST)と(b)11 月 7 日 11 時(JST)における軽石の推定分布。色の違いは各実験における風圧流の効果を示す。

Liu, T., B. Wang, N. Hirose, T. Yamashiro, and H. Yamada (2017): High-resolution modeling of the Kuroshio current power south of Japan. *Journal of Ocean Engineering and Marine Energy*, 4(1), 37–55.